

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation⁴ :

B01D 49/00, 53/00, F01N 3/00

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/ 04641

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

13. August 1987 (13.08.87)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP87/00046

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Januar 1987 (30.01.87)

(31) Prioritätsaktenzeichen: P 36 03 170.4

(32) Prioritätsdatum: 3. Februar 1986 (03.02.86)

(33) Prioritätsland: DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: WESSLING, Bernhard
[DE/DE]; Schloßstr. 17, D-2071 Tremsbüttel (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : GRIGULL, Hans
[DE/DE]; Maternusstr. 27, D-5000 Köln 1 (DE).(74) Anwalt: UEXKÜLL & STOLBERG; Beselerstr. 4, D-
2000 Hamburg 52 (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), BR, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.

Veröffentlicht

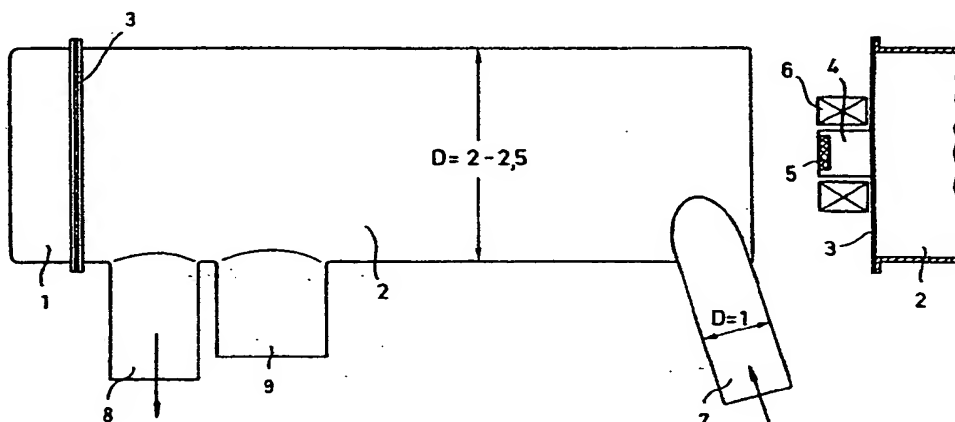
*Mit internationalem Recherchenbericht.**Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.*

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR PURIFYING EXHAUST AIR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REINIGUNG VON ABLUFT

(57) Abstract

Process for purifying exhaust air discharged from production facilities, combustion plants or internal combustion engines, in which sound and ultrasound are superimposed on the exhaust air with at least two different basic frequencies. To implement the process use is made of a device in which a metal core (4), of a coil (6) is permanently connected to the center of a diaphragm (3), which forms a wall of the reactor (2). At one end of the metal core (4) connected to the diaphragm (3) is arranged a piezoelectric crystal (5) serving to provide a second basic frequency in the ultrasonic region.



(57) Zusammenfassung

Verfahren zur Reinigung von Abluft aus Produktionsanlagen, Verbrennungsanlagen oder Verbrennungskraftmaschinen, bei welchem dem Abluftstrom Schall und Ultraschall mit mindestens zwei verschiedenen Grundfrequenzen überlagert wird. Zur Durchführung des Verfahrens dient eine Vorrichtung, bei der ein Metallkern (4) einer Spule (6) fest mit dem Zentrum einer Membran (3), welche eine Wand des Reaktors (2) bildet, verbunden ist und bei der an einem Ende des mit der Membran (3) verbundenen Metallkerns (4) ein Piezokristall (5) zur Erzeugung einer zweiten Grundfrequenz im Ultraschallbereich angeordnet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT Österreich	FR Frankreich	MR Mauritien
AU Australien	GA Gabun	MW Malawi
BB Barbados	GB Vereinigtes Königreich	NL Niederlande
BE Belgien	HU Ungarn	NO Norwegen
BG Bulgarien	IT Italien	RO Rumänien
BJ Benin	JP Japan	SD Sudan
BR Brasilien	KP Demokratische Volksrepublik Korea	SE Schweden
CF Zentrale Afrikanische Republik	KR Republik Korea	SN Senegal
CG Kongo	LI Liechtenstein	SU Soviet Union
CH Schweiz	LK Sri Lanka	TD Tschad
CM Kamerun	LU Luxemburg	TG Togo
DE Deutschland, Bundesrepublik	MC Monaco	US Vereinigte Staaten von Amerika
DK Dänemark	MG Madagaskar	
FI Finnland	ML Mali	

Verfahren und Vorrichtung
zur Reinigung von Abluft

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Abgasen bzw. zur Rückgewinnung von Wertstoffen aus Verbrennungsanlagen, Verbrennungskraftmaschinen und emissionsintensiven Produktionsanlagen durch akustische Staub-, Aerosol- und/oder Schadgasentfernung und eine Vorrichtung
10 zur Durchführung des Verfahrens.

Die Verschmutzung der Umwelt durch die Abgase von Verbrennungsanlagen und Verbrennungs(kraft)maschinen nimmt immer bedrohlichere Ausmaße an. Die Abgasreinigung bei
15 Kraftwerken, Müllverbrennungsanlagen, Heizungsanlagen, Kraftwagen und Verbrennungskraftmaschinen, aber auch bei emissionsintensiven Produktionsanlagen wird daher immer dringlicher. Dementsprechend wurden zahlreiche neue Verfahren vorgeschlagen, alte optimiert und in den
20 technischen Maßstab umgesetzt.

Je nach Aufgabenstellung,

- Staub-, bzw. Aerosolabscheidung
- Schadgasentfernung (NO_x , CO , SO_2)
- 25 - Entfernung bzw. Rückführung unverbrannter Brennstoffe

ergeben sich oft erhebliche Nachteile, vor allem hinsichtlich

- mangelnder Effizienz
- 30 - hoher Investitionskosten bzw. schlechtem Verhältnis von Aufwand zu Wirkung auch bei neuen Anlagen (z.B. erheblicher Energieverbrauch)



- 2 -

- schädliche Nebenwirkungen (z.B. Erhöhung der Abfallmenge wie bei der Entschwefelung von Kraftwerken; Entstehung neuer Giftstoffe als Nebenwirkung der Abgasreinigungsverfahren u.ä.)

5

der Umrüstung der bestehenden alten Anlagen, die oftmals nicht möglich ist.

Die Abgasreinigung bei Kraftwerken und emissionsintensiven Produktionsanlagen wie Stahlwerken, anderen Metallrohstoff-
10 erzeugern (Kupfer, Zinn) u.a. wird durch Filter, Elektrofilter, Naßwäscher u.ä. bewirkt. Nachteilig sind entweder die geringe Effizienz bei Aerosolen oder bei steigender Effizienz der hohe Energieaufwand (Elektrofilter), bei
15 Naßwäschern die Verlagerung des Abluftproblems in ein Abwasserproblem bzw. in ein erhöhtes Abfallproblem (vgl. SO₂-Entfernung unter Gipsbildung). Die Nachrüstung von Altanlagen ist sehr kostenintensiv und daher nahezu vollständig unmöglich.

20

Die Abgasreinigung von häuslichen Heizungsanlagen wird in der Praxis wegen des Fehlens praktikabler Techniken nicht durchgeführt. Hier überwiegt die Zielsetzung, Brenner, Kessel und den Verbrauch zu optimieren, während die Abgase
25 unbehandelt bleiben. Abgase von Kohleöfen und offenen Kaminen werden üblicherweise ebenfalls nicht gereinigt.

Ganz erhebliche Probleme sind auch mit der Abgasreinigung von Verbrennungskraftmaschinen verbunden. Dieser Problem-
30 kreis, der Stand des Wissens und der Technik hierzu kann den folgenden Literaturstellen entnommen werden:

- 1) K.C. Taylor, Automobile Catalytic Converters (Springer-Verlag Berlin 1984)

35

- 3 -

- 2) E. Koberstein, Chem. i.u. Zeit 18, 37 (1984)
- 3) L. Hegedus u.a., Chemtech 10, 63 (1980)
- 4) A. Löwe, U. Hoffmann, Chem. Ing. Tech 57, 835 (1985)
- 5) 5) H. Appel, Wissenschaftsmagazin der TU Berlin, Heft 5 (1985).

Selbst mit optimal eingestellten Motoren und neuen Motor-
konzepten (z.B. Magermotor) werden neben CO₂ und H₂O vor
10 allem unverbrannte Benzin- und Dieselbestandteile (CH),
Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO) und Ruß inkl.
polycyclischer Verbindungen als Aerosole und Gase an die
Umwelt abgegeben. Dazu kommen freie und gasförmige Bleiver-
bindungen bei Verwendung verbleiteter Kraftstoffe. Das z.Zt.
15 beste Verfahren zur Schadstoffverminderung ist die Kom-
bination des sog. 3-Wege-Katalysators mit einer Einspritz-
anlage, womit CH, CO und NO_x um 80 - 90% reduziert werden
können. Mit dem "Katalysator" sind jedoch eine Reihe
schwerwiegender prinzipieller Probleme verbunden:

- 20 - alte Motoren können nur in seltenen Fällen bzw. nur mit
hohem Aufwand nachgerüstet werden
- die Katalysator-Herstellung, dessen Betrieb und dessen
25 Wartung sind teuer (DM 2000,- bis 5000,- innerhalb von 3
- 5 Jahren), sowie energietechnisch und rohstoffseitig
aufwendig durch
 - a) Keramik
 - b) Al₂O₃-Zwischenschicht
 - 30 c) 2 g Pt, Rh oder Pd pro Katalysator (d.h. für 1
Million Autos 2000 kg dieser Metalle!)
 - d) erhöhten Energieverbrauch bei Umstellung der
Raffinerien auf unverbleites Benzin

35

- 4 -

- durch verbleites Benzin kann der Katalysator "vergiftet" = unwirksam werden
- in der Kaltstartphase, d.h. also im Kurzstrecken-/Stadtverkehr ist die Effizienz erheblich beeinträchtigt
- 5 - es wird gelegentlich befürchtet, daß beim Betrieb flüchtige Pt-Verbindungen, die ihrerseits hochgiftig sind, entstehen und in die Umwelt gelangen.

Dieselmotoren enthalten im Abgas zwar gegenüber Benzin-
10 motoren deutlich verminderte CO- und NO_x-Anteile, dagegen aber weit mehr Ruß mit cancerogenen Polycyklen, die durch den oben erwähnten Katalysator nicht abgebaut werden. Hier werden Rußfilter unterschiedlicher Bauart oder elektro-
statische Rußabscheider vorgeschlagen. Nachteilig ist vor
15 allem die geringe Abscheidungsrate und die Selektivität (nur Ruß wird abgeschieden).

Soweit man der Literatur entnehmen kann, handelt es sich bei der Abgasreinigung bei Kraftwagen um ein kompliziertes
20 Problem: Bei etwa 0,1 - 0,2 m³ Abgas/sec entsprechend ca. 5 m³/km (bei 100 km/h) enthält es pro m³ etwa 16 g H₂O, 0,3 g CH₄, 2 g CO, 0,2 g NO_x und (bei Dieselfahrzeugen) weniger als 0,2 g Ruß entsprechend ca. 80/1,5/10/1 bzw. bis zu 1 g/km Fahrstrecke.

25 Aus der DE-PS 630 452 ist eine Vorrichtung zum Abscheiden von Schwebeteilchen aus Gasen bekannt, bei der die zu reinigenden Gase in einem Reaktor Schall in Form stehender Wellen ausgesetzt werden. Der Schall wird durch einen
30 Schallgenerator an einem Ende des Reaktors erzeugt.

Es wurde auch bereits vorgeschlagen, einen elektrostatischen Flugascheabscheider mit einer Ultraschallquelle von 18 - 20 kHz zu koppeln (DE-OS 27 01 498).

35

- 5 -

Aufgrund der hohen Leitfähigkeit des Rußes haben elektrostatische Abscheider nur geringe Effizienz. Das gleiche trifft für Fliehkraft- oder Prallabscheider zu, da die Staubkonzentration zu niedrig und die Partikel zu klein
5 sind.

Der an sich bekannten Abgasreinigung durch Koagulation der Stäube und Aerosole vermittelt Einwirkung von Schall und Ultraschall (vgl. Ullmann: Enzyklopädie der technischen
10 Chemie) haften zwei schwerwiegende Nachteile an:

- a) die akustische Abgasreinigung benötigt einen Gehalt an Schwebeteilchen von mehr als 1 g/m^3 , um effizient zu sein
- b) die bisher benutzten Techniken (Luftstrahlgenerator oder
15 Hochfrequenzsirenen) erfordern zur Schallerzeugung einen hohen Energieaufwand mit gewaltigen Umwandlungsverlusten (Wirkungsgrade von 5 bis 50%).

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine
20 zu seiner Durchführung geeignete Vorrichtung bereitzustellen, mit denen bei zufriedenstellender Effizienz der Abluftreinigung durch die Einfachheit geringere Investitions- und Betriebskosten ermöglicht werden, die in bestehenden Anlagen nachrüstbar sind und keine zusätzlichen neuen
25 Probleme durch Nebenwirkungen schaffen. Zusätzlich sollte ggf. eine Rückgewinnung von in der Abluft enthaltenen wertvollen Stoffen ermöglicht werden. Nach dem Stand der Technik war mit akustischen Abgasreinigungsverfahren eine nur geringe Reinigungswirkung bei hohem apparativem Auf-
30 wand zu erwarten.

Überraschend wurde nunmehr gefunden, daß eine Staub- und Aerosolkoagulation und -abscheidung sehr effizient ausführbar ist, wenn man die an sich bekannte Anwendung von
35 Schallwellen auf geeignete Weise modifiziert.

- 6 -

Gegenstand der Erfindung ist demgemäß ein Verfahren zur Reinigung von Abluft aus Produktionsanlagen, Verbrennungsanlagen oder Verbrennungskraftmaschinen sowie ggf. zur Rückgewinnung staub- und aerosolförmiger Wertstoffe aus Produktionsanlagen mittels Schallwellen, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man dem Abluftstrom Schall und Ultraschall mit mindestens zwei verschiedenen Grundfrequenzen überlagert, wobei sich die zweite Grundfrequenz von der ersten um mindestens 10 kHz unterscheidet. Vorzugsweise wendet man Schall an, dessen niedrigste Grundfrequenz mehr als 1 kHz beträgt. Günsterweise setzt sich das Frequenzspektrum des Schalls aus mindestens zwei Grundfrequenzen sowie deren harmonischen und unharmonischen Oberwellen zusammen. Erwünscht sind dabei hohe Amplituden der Oberfrequenzen.

Die Schallwellen lassen sich erfindungsgemäß besonders günstig mit Hilfe einer Schallquelle erzeugen. Wenn die Frequenzen der Schallwellen auf die Maße des Reaktors entsprechend abgestimmt sind, können stehende Schallwellen und/oder Schwebungen erzeugt werden, welche dem Abluftstrom überlagert werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird der Abluftstrom tangential in einen zylindrischen Raum eingeführt, so daß er diesen helikal (schraubenförmig) entgegen der Fortpflanzungsrichtung der Schallwellen durchströmt.

Das erfindungsgemäße Verfahren führt zu einer sehr effizienten Abscheidung der in der jeweiligen Abluft enthaltenen Feststoffe. Darüber hinaus zeigte es sich völlig überraschend, daß es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei Verbrennungsanlagen und Verbrennungskraftmaschinen gelingt, neben dem Ruß- und Aerosol-Gehalt auch den Schadgasgehalt im Abgas nennenswert zu senken.

- 7 -

Mit der Erfindung wird auch eine Vorrichtung zur Durchführung des neuartigen Verfahrens vorgeschlagen, welche dadurch gekennzeichnet ist, daß der Metallkern einer Spule fest mit dem Zentrum einer Membran, welche eine Wand eines 5 Reaktors bildet, verbunden ist und daß an einem Ende des mit der Membran verbundenen Metallkerns ein Piezokristall zur Erzeugung einer zweiten Grundfrequenz im Ultraschallbereich angeordnet ist. Die Membran besteht vorzugsweise aus Metall. Durch elektrische Erregung der Spule mit 10 Wechselstrom geeigneter Spannung und gewünschter Frequenz (= Grundfrequenz) werden die Frequenz sowie deren harmonische und unharmonische Oberwellen direkt über die Membran und indirekt über die mit der Membran verbundene Reaktorwandung auf die den Reaktor durchströmende Abluft übertragen. 15

Durch das mit Hilfe einer solchen Grundfrequenz von z.B. zwischen 1 und 10 kHz erzeugte breite Frequenzband wird bereits ein Abscheidungseffekt erzielt, doch gelingt eine 20 wesentliche weitere Verbesserung dadurch, daß eine zweite Grundfrequenz im Ultraschallbereich, d.h. von 16 kHz oder darüber, mit den entsprechenden Oberwellen der ersten Grundfrequenz überlagert wird, wie dies mit Hilfe des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zusätzlich vorgesehenen 25 Piezokristalls möglich ist. Der Piezokristall wird mit einer Frequenz von mindestens 16 kHz, vorzugsweise mehr als 20 kHz angeregt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht vorzugsweise aus 30 einem Reaktor von zylindrischer Form, wobei an einem Ende des Zylinders eine tangential angeordnete Abluftzuführung und am anderen Ende die Schallquelle angeordnet sind, während vor der Schallquelle der Abluftausgang und ein Auslaß für die koagulierten Partikel vorgesehen sind.

35

- 8 -

Zwischen dem Feststoffauslaß und dem Abluftausgang ist vorzugsweise ein Abweiser angeordnet, um zu verhindern, daß die koagulierten Teilchen von der Abluft mitgerissen werden. Das Verhältnis von Länge zu Durchmesser des

5 Zylinders und die Grundfrequenzen werden vorzugsweise so aufeinander abgestimmt, daß der Zylinder als Helmholtz-Resonator wirkt, in dem sich stehende Wellen und/oder Schwebungen ausbilden. Der Durchmesser der Abluftzuführung ist im allgemeinen kleiner als der des zylindrischen Reaktors.

10 Vorzugsweise ist das Verhältnis der Durchmesser von Abluftzuführung zu Zylinderraum kleiner als 1:2.

Die Abscheidung der unter der Schalleinwirkung agglomerierten Aerosol- und Staubteilchen der Abluft aus den erwähn-

15 ten Anlagen und Maschinen erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß im Falle der tangentialen Führung der Abluft im Zylinder vor der Schallquelle ein nach innen gekrümmter Abweiser und dahinter eine abnehmbare Auffangvorrichtung angebracht sind, während in Helix-Richtung gesehen dahinter

20 nach dem Abweiser und kurz vor der Schallquelle der Abluft-Auslaß angeordnet ist.

Bei einer Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei einer Verbrennungskraftmaschine wurde überraschenderweise

25 bei der Auswertung von Massenspektren der gereinigten Abluft beobachtet, daß neben einer sehr nennenswerten Rußabscheidung auch eine Erniedrigung des NO_x -Gehaltes und des CO-Gehaltes sowie des Anteils an unverbrannten Kohlenwasserstoffen auftritt. Dies ist umso überraschen-

30 der, als hier im Gegensatz zu bekannten Katalysatoren keine katalytisch wirksamen Edelmetall-Oberflächen zur Verfügung stehen.

- 9 -

Bei optimaler Ausführung und Abstimmung des erfindungsgemäßen Verfahrensprinzips ergibt sich also überraschenderweise eine sehr effiziente Abscheidung von Stäuben und Aerosolen, darunter Wertstoffen und Ruß, verbunden mit
5 einer nennenswerten Verminderung des Gehalts an Schadgasen bei vergleichsweise einfachem apparativen und niedrigem energetischen Aufwand.

Insbesondere besteht die Möglichkeit, die Grundfrequenzen
10 der erfindungsgemäßen Vorrichtung stufenlos elektronisch zu regeln in Abhängigkeit von bestimmten Meßdaten der Anlage wie Gemischzusammensetzung, Betriebstemperatur oder Drehzahl des Motors.

15 Eine optimale Kombination besteht für Verbrennungsanlagen, Kraftwerke und Verbrennungskraftmaschinen z.B. in einer elektronisch regelbaren Kraftstoff-Luft- Gemisch-Zuführung, der dazu erforderlichen Sauerstoffmeßsonde im Abluftstrom, ggf. einer (elektronisch geregelten) teilweisen Abgasrück-
20 führung und der erfindungsgemäßen akustischen Abluftbehandlung. Bevorzugterweise wird auch diese im Hinblick auf die Grundfrequenzen und/oder Schallenergien elektronisch geregelt und dadurch unterschiedlichen Betriebszuständen der Anlage, z.B. der Drehzahl eines Motors, dem periodischen
25 Betrieb eines Brenners einer Gebäudezentralheizung oder dem pulsierenden Abgasausstoß z.B. einer Ölvakuumpumpe angepaßt.

Der Energiebedarf zum Betreiben der akustischen Abgas-
30 reinigung ist relativ niedrig. Z.B. kommt man bei einem Personenkraftwagen mit 1 - 50 Watt, bevorzugt 10 bis 50 Watt aus, d.h. es wird nur ca. 0,01% bis 0,1% der durch

- 10 -

die Verbrennung erzeugten Leistung zur Abgasreinigung benötigt.

Das Verfahren läßt sich auf verschiedenste Art und Weise ausführen und variieren. So kann man beispielsweise nicht nur mit einer Schallbehandlungsstufe, sondern mit zwei oder mehreren hintereinander geschalteten Stufen arbeiten und ggf. je nach Wahl der Grundfrequenzen und Energien in den unterschiedlichen Verfahrensstufen unterschiedliche Verfahrensaufgaben ausführen (z.B. Grobabscheidung, Wertstoffrückgewinnung, Ruß- und Schadgasentfernung).

Somit eignet sich das Verfahren für verschiedenartige Anwendungen anstelle von oder in Kombination mit bisher üblichen Filtern und Reinigungsverfahren:

- Kraftwerke, Müll- und andere Verbrennungsanlagen, Gebäudeheizungsanlagen (vor allem Kohle-, Koks- und Ölfeuerung)
- 20 - emissionsintensive Produktionsanlagen (Stahlwerke, Metallhütten etc.)
- Luftreinigung in Bergbau, Sägewerken, Schleifereien etc.
- Ölabscheidung (z.B. bei Ölvakuumpumpen) und Abscheidung anderer Aerosole
- 25 - Staubabscheidung und gleichzeitige Wertstoffrückgewinnung bei stauberzeugenden Prozessen (z.B. Mischen, Fördern etc. von pulverförmigen Stoffen), wobei bei Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens die Rückführung der Stäube direkt in den Prozeß in einer weniger staubenden - weil
- 30 - koagulierten Form möglich ist,
- Abgase von Verbrennungskraftmaschinen (Motoren von Personen- und Lastkraftwagen, Lokomotiven und Schiffen).

- 11 -

Gegenüber herkömmlichen Techniken zeichnen sich dabei eine Reihe von Vorteilen ab:

- Kombination von einfacher und preiswerter Bau- und
5 Verfahrensweise mit hoher Reinigungseffizienz,
- niedriger Wartungsaufwand
- nachträglicher Einbau ist bei bestehenden Produktions-
 anlagen (Mischern, Silos und dgl.), Ölpumpen, PKW- und
 LKW-Motoren, Diesellokomotiven, Schiffen, Gebäudehei-
10 zungen und dgl. möglich,
- flexible Einsatzmöglichkeiten (Staub-, Aerosol- und
 Schadgasentfernung sowie Wertstoffrückgewinnung)
- Möglichkeit der Rußrückführung in den Verbrennungsraum
 bzw. Verwendung der abgeschiedenen Ruße als Füllstoffe
15 oder Pigmente in Gummi, Kunststoffen und Lacken,
- flexible Betriebsweise,
- preiswerte, einfache Ausgangskomponenten, keine seltenen
 teuren Rohstoffe erforderlich.
- 20 Eine Erklärung für die überraschend hohe Wirksamkeit des
 Verfahrens kann noch nicht gegeben werden. Dennoch sind einige
 Hypothesen aufstellbar, ohne daß die Erfindung daran gebunden
 sein soll:
- 25 - Die unterschiedlichen Aerosol- und Staubteilchen lassen
 sich nicht, wie man früher versuchte, durch Schallwellen
 von nur einer einzigen Frequenz genügend effizient zur
 Koagulation bringen, sondern erst durch ein breites
 Frequenzband aus Schall und Ultraschall, also durch
30 Druckdifferenzen und Cavitationen unterschiedlicher und
 wechselnder örtlicher Energie. Durch die erfindungsgemäße
 Art der Schallerzeugung und -übertragung auf den von der
 Abluft durchströmten Reaktorraum werden harmonische und
 unharmonische Oberwellen mit teilweise sehr hohen

35

- 12 -

Amplituden erzeugt. Durch entsprechende Wahl der Grundfrequenzen ist es möglich, die Schallintensität entweder praktisch vollständig bei der Grundfrequenz zu konzentrieren oder - was für das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft ist - zahlreiche Oberwellen mit hohen Amplituden zu erzeugen.

- Vermutlich durch stehende Wellen oder Schwebungen hoher und wechselnder örtlicher Energie werden einige Koagulationskeime längere Zeit im Verfahrensraum schwebend gehalten, so daß genügend Zeit zum Partikelwachstum verbleibt, bis das Gewicht erreicht ist, das bei helikaler Luftführung die Abscheidung durch Zentrifugalkraft ermöglicht.
- Die wachsenden Teilchen, vor allem der Ruß aus der Verbrennung, adsorbieren Gase; vermutlich stellt die Rußoberfläche zum einen genügend katalytische Aktivität, zum anderen auch genügend oxidier- bzw. reduzierbare funktionelle Gruppen und adsorbierte Gase zur Verfügung, so daß ein regelrechter katalytischer Redox-Vorgang zum Abbau der einzelnen Schadgase (NO_x zu N_2 , CO zu CO_2 , unverbranntes C_xH_y zu CO_2) vor sich gehen kann. Möglicherweise wird auch der Ruß selbst teilweise zu CO_2 nachverbrannt.

Zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sollen die anliegenden Zeichnungen dienen; es zeigen

Figur 1

- eine schematische Darstellung der Vorrichtung im Querschnitt,

- 13 -

Figur 2

- eine schematische Darstellung der Abluftführung durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

5 Der Reaktor 2 weist eine im wesentlichen zylindrische Form auf. An einem Ende des Zylinders ist ein Schallgenerator 1 angeordnet, welcher auf die als Membran 3 ausgebildete Stirnwand mechanische Schwingungen überträgt. Zu diesem Zwecke ist der Metallkern 4 einer Spule 6 in der Mitte der
10 Membran 3 mit dieser fest verbunden. An einem Ende des Metallkerns ist ferner ein Piezokristall 5 angeordnet. Mit dieser Vorrichtung ist es möglich, zwei verschiedene Grundfrequenzen sowie die zugehörigen Oberwellen auf die Membran 3 zu übertragen.

15

Die zu reinigende Abluft wird durch einen Einlaß 7 in den Reaktor eingeleitet, wobei der Durchmesser des Einlasses 7 wesentlich kleiner ist als der Durchmesser des zylindrischen Reaktorraums. Die gereinigte Abluft verläßt den
20 Reaktor durch einen Abgasausgang 8, während die koagulierten Feststoffpartikel in einem Abscheider 9 gesammelt werden. Zwischen dem Abscheider 9 und dem Abluftausgang 8 ist vorzuweise ein Abweiser (in der Figur nicht dargestellt) vorgesehen, welcher ein Mitreißen größerer
25 Partikel durch die Abluft verhindert.

Die Figur 2 zeigt die bevorzugte helikale Führung der Abluft durch den Reaktor, welche eine längere Aufenthaltsdauer in dem Reaktorraum ermöglicht und ferner die
30 Abscheidung der koagulierten Teilchen durch Zentrifugalkräfte begünstigt.

- 14 -

Zur näheren Erläuterung der Erfindung sollen die nachfolgenden Beispiele dienen, auf die die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist:

5

Beispiel 1

Der Auspufftopf eines Pkw. (Typ: Peugeot 504 Diesel, 51 kW) wurde umgebaut entsprechend Fig. 1 und 2, so daß der Auspufftopf als der zylindrische Reaktor dient, dessen Grundfläche die angeregte Membran ist.

Die Abgase werden tangential eingeführt, zur Rußabscheidung wurde ein Auslaß angebracht, an den ein Sammeltopf angeflanscht wird. Die Anordnung der Magnetspule auf der Membran mit dem Piezokristall zeigt Fig. 1.

Die Magnetspule wurde elektronisch mit

- a) 2,05 kHz
20 b) 3,2 kHz
c) 3,2/45 kHz

angeregt. Im Versuch b) wurden 105 dB bei einer Eingangsleistung von ca. 30 Watt gemessen.

25

Bei laufendem Motor ohne Last wurde beobachtet:

- ohne Schallerzeugung: keine Rußabscheidung
- mit 2,05 kHz: nennenswerte Rußabscheidung
- 30 - mit 3,2 kHz: offensichtlich etwas stärkere Rußabscheidung
- mit 3,2 kHz und zusätzlich 45 kHz (Erregung des Piezokristalls mit Wechselstrom von 50 V) eine beträchtlich stärkere Rußabscheidung.

35

- 15 -

Für die weiteren Versuche wurde daher mit den letzteren Einstellbedingungen gearbeitet.

Beispiel 2

- 5 Mit der oben beschriebenen Versuchsanordnung wurden Fahrversuche im Stadt- und Autobahnverkehr unternommen. Es wurden abgeschieden
- in der Stadt: ca. 2 - 6 g auf 100 km
 - 10 - auf der Autobahn: ca. 2 - 8 g auf 100 km

Das abgeschiedene schwarze Pulver hatte in einer wässrigen Suspension einen pH von 3,5 bis 4 und enthielt ca.

- 15 - 14% flüchtige Bestandteile (100°C, 20 mbar, 30 min.), darin 6 - 10% H₂O
- 22% mit Cyclohexan extrahierbare Stoffe, die nach dem IR-Spektrum naphthenisches Mineralöl sind (unverbrannte Dieselbestandteile).

20

Die Elementaranalyse des Pulvers ergab:

	C:	53,5%
	H:	6,5%
25	N:	1,5%
	O:	38%

Beispiel 3

- Wie in Beispiel 1 beschrieben, wurde ein Lkw (Typ:
- 30 Daimler-Benz Turbo Diesel) ausgerüstet. Auf 100 km wurden zwischen 3 und 10 g Ruß abgeschieden.

- 16 -

Beispiel 4

Von den Abgasen des Wagens aus Beispiel 1c) wurden mengenproportionale Proben entnommen und in einem Massenspektrometer Typ MSQ 200 (Fa. Leybold-Heraeus) analysiert. Die

- 5 Auswertung ergab folgende Peakintensitäten (jeweils normiert auf $m/e = 22$ entspr. CO_2^+):

	22	CO_2^+	100	100
10	20	NO^+	17	18
	32	O_2^+	64	72
	46	NO_2^+	15	12

- 15 Aus dem Spektrum ist zu entnehmen, daß NO^+ etwa gleich bleibt, NO_2^+ aber um 20% sinkt. Interessant ist zusätzlich ein Vergleich der Peakintensitäten untereinander. Das Verhältnis von CO_2/O_2 zu NO/NO_2 ändert sich durch die Schalleinwirkung von ca. 5 auf ca. 5,7, das Verhältnis von O_2 zu NO/NO_2 von 2
- 20 auf 2,4. Die Messungen deuten auf eine nennenswerte Verminderung von NO_x im Abgas hin.

Beispiel 5

An dem Auspufftopf eines Dieselmotors wurde ein anderes

- 25 erfindungsgemäßes Versuchsgerät angebracht und bei folgenden Grundfrequenzen betrieben:

- a) ohne Schallanregung
 b) 2,8/38,5 kHz
 30 c) 3,5/42,5 kHz

- 17 -

Die gereinigten Abgase wurden massenspektrometrisch wie in Beispiel 4 beschrieben bei drei unterschiedlichen Empfindlichkeiten I, II und III analysiert. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefaßt.

5

10

Tabelle 1

	m/e	12	14	16	17	18	20	22	28	29	30	32	34	40	44	45	46
	H ⁺	C ⁺	N ₂ ²⁺ CO ₂ ⁺	O ₂ ²⁺ CH ₄ ⁺	OH ⁺	H ₂ O ⁺	Ar ²⁺ C ₃ H ₄ ²⁺	CO ₂ ²⁺ C ₃ H ₃ ²⁺	CO ⁺ H ₂ ⁺	CHO ⁺ C ₂ H ₅ ⁺	NO ⁺ CH ₂ O ⁺ C ₂ H ₆ ⁺	O ₂ ⁺ CH ₃ OH ⁺ S ⁺	SH ₂ ⁺	Ar ⁺ C ₃ H ₂ ⁺	CO ₂ ⁺ C ₃ H ₃ ⁺	C ₂ H ₅ O ⁺ HCS ⁺	HO ₂ ⁺ C ₂ H ₅ OH ⁺
15																	
20	I a	1	40	12	12	50	1					61		5	10		
	I b	0.2	42	12	6	26	1					94		7	8		
	I c	-	38	11	4	17	1					74		6	2		
	II a	12					15	3		39	6			79	>100	2	1
25	II b	7					16	2		39	7			76	86	1	0.5
	II c	2					17	0,5		39	7			78	21		
	III a	>100						29					35		13	6,5	
	III b	60						15					35		7	3,5	
30	III c	20						4					37		2	1,5	

35

Die Ergebnisse zeigen folgendes:

- a) Der Wassergehalt im Abgas sinkt um 50 bis 65%
- b) Der Stickstoffgehalt in Form von Luftstickstoff bleibt
5 gleich, das gleiche gilt für den Argongehalt; dies ist zu erwarten und kann für die Eichung der jeweiligen Spektren herangezogen werden.
- c) Der Sauerstoffgehalt bzw. der Gehalt an sauerstoffhaltigen Abbauprodukten (Nachverbrennung) steigt an
- 10 d) Der Rußgehalt bzw. der Anteil an kohlenstoffhaltigen Abgasbestandteilen sinkt um 40 bis zu etwa 80%.
- e) Die Massezahlen 22 und 44 erfassen sowohl CO₂ wie auch Butan aus Kohlenwasserstoffen (Butan als Spaltprodukt des Mineralöls). Unter der Annahme, daß CO₂ gleich bleibt
15 oder sogar steigt, findet man bei diesen Massezahlen eine deutliche Abnahme der unverbrannten Kohlenwasserstoffe um ebenfalls ca. 80%.
- f) Unter der Masse 46 findet man NO₂ und Bruchstücke von sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen. Die Abnahme
20 dieser Massezahl zeigt, daß diese Stoffe ebenfalls mit vermindertem Gehalt auftreten, wenn das Abgas erfindungsgemäß mit Schall/Ultraschall behandelt wird. Es ist nicht eindeutig zu erkennen, ob der Anteil an Stickoxiden sinkt.

25

Beispiel 6

4 Prototypen der erfindungsgemäßen Vorrichtung wurden unter Alltagsbedingungen in Kraftfahrzeugen getestet, drei in Dieselfahrzeugen (1 Pkw und 2 Lkw) und eine in einem mit
30 verbleitem Superbenzin betriebenen Pkw. Die Aggregate arbeiteten einwandfrei, die längste Betriebsdauer beträgt z.Zt. etwa 20 Monate bei einer Gesamtfahrleistung von etwa 30.000 km.

35

- 19 -

Bei den Dieselfahrzeugen wird durch die erfindungsgemäße Vorrichtung die insbesondere beim Starten und beim Fahren unter Last sichtbare Rußfahne fast ganz beseitigt. Bei dem Diesel Pkw wurden etwa 4 g Ruß auf 100 km Fahrstrecke abgeschieden, während beim Lkw bis zu 10 g Ruß auf 100 km anfielen. Überraschenderweise zeigten sich auch beim Otto-Motor Abscheidungen von ca. 0,5 g auf 100 km und ca. 2 g auf 1000 km. An sich ist bekannt, daß Otto-Motoren kaum Feststoffe ausstoßen. Die analytische Untersuchung der Abscheidung zeigte einen hohen Bleigehalt im abgeschiedenen Ruß.

Beispiel 7

An einer nicht mit einem Auspuff verbundenen Vorrichtung wurden Frequenz- und Dezibelmessungen vorgenommen. Es zeigte sich, daß bei verschiedenen Einstellungen der Schall- und der Ultraschallfrequenz unterschiedliche Schalldrucke und eine unterschiedlich hohe Anzahl an Oberwellen resultieren. Für jede Vorrichtung, d.h. für jede Abmessung eines beispielsweise zylindrischen Reaktorraumes (Länge und Durchmesser) sind daher die günstigsten Frequenzen und die erforderliche Anregungsenergie zu ermitteln. Im Reaktorraum wurden Schalldrucke bis zu 120 dB erreicht. Die einzelnen Meßergebnisse sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefaßt.

30

35

Tabelle 2

Piezoresonanzfrequenzen (kHz)	14,6	15,0	17,3	19,1	19,8	26,3	28,2	39,6	40,3	43,8	51,8	52,3
Schalldruck dB (SPL)	60	65	65	68	64	67	68	70	68	65	70	70
Anregungsfrequenzen für Hupe (kHz)	1,15	1,20	1,29	1,30	1,38	1,42	1,46	1,52	1,6	1,79	1,95	2,54
												2,76
												2,94
												3,05
Schalldruck dB (SPL)	106,5	101,5	109	104	110,5	102,5	113,5	110	111,5	101	85	105
												115,5
												116,5
												115
	3,11	3,15	3,21	3,31	3,43	3,57	3,75	3,91	4,23	4,48	4,65	
	114,5	113	114	112,5	111	106	90	85	91	90	80	

- 21 -

Aufgrund des Gesamtspektrums sind im Ultraschallbereich die Grundfrequenzen von 19,1, 40,3 und 52,2 kHz am günstigsten. Für den Schallbereich zeigen die Spekten der Fig. 3, daß unter den Versuchsbedingungen die Grund-
5 frequenz von 3,91 kHz Oberwellen mit deutlich höheren Amplituden liefert und daher zu bevorzugen ist.

10

15

20

25

30

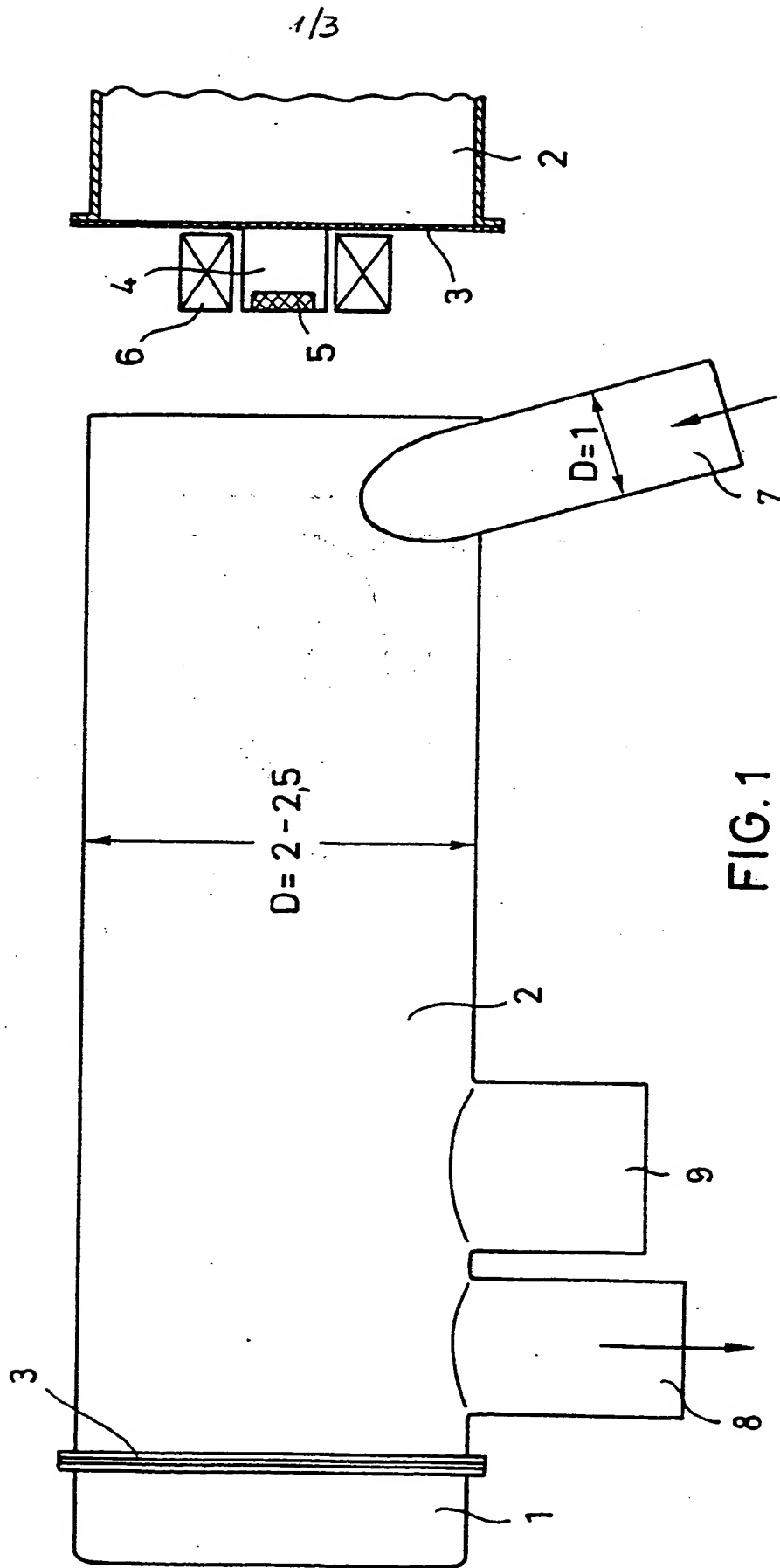
35

Patentansprüche

- 5
1. Verfahren zur Reinigung von Abluft aus Produktionsan-
lagen, Verbrennungsanlagen oder Verbrennungskraftmaschinen
sowie gegebenenfalls zur Rückgewinnung staub- und aerosol-
förmiger Wertstoffe aus Produktionsanlagen mittels Schall-
10 wellen, dadurch gekennzeichnet, daß man dem Abluftstrom
Schall und Ultraschall mit mindestens zwei verschiedenen
Grundfrequenzen überlagert.
 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
15 man Schall anwendet, dessen niedrigste Grundfrequenz mehr
als 1 kHz beträgt.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß man Schall anwendet, dessen zweite Grundfrequenz sich
20 von der ersten um mindestens 10 kHz unterscheidet.
 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch ge-
kennzeichnet, daß man Schall anwendet, dessen Frequenz-
spektrum sich aus mindestens zwei Grundfrequenzen sowie
25 deren harmonischen und unharmonischen Oberwellen zusammen-
setzt, wobei man in Abhängigkeit von den Abmessungen des
Reaktionsraumes die Grundfrequenz so auswählt, daß die
Oberwellen möglichst hohe Amplituden aufweisen.
 - 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, daß man die Schallwellen mit einer Schall-
quelle erzeugt.

- 5
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abluftstrom tangential in einen zylindrischen Raum eingeführt wird und diesen helikal entgegen der Fortpflanzungsrichtung der Schallwellen durchströmt.
- 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß man die Abluft durch einen Raum leitet, dem stehende Schallwellen und/oder Schwebungen überlagert sind.
- 15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlagerung des zylindrischen Raumes mit Schallwellen gleichzeitig durch die im Raum befindlichen Gase und die metallische Wandung des Raumes erfolgt.
- 20
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß man die Abluft nacheinander durch mehrere zylindrische Räume leitet, die jeweils mit Schallwellen gleicher oder unterschiedlicher Frequenzen überlagert sind.
- 25
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallkern (4) einer Spule (6) fest mit dem Zentrum einer Membran (3), welche eine Wand eines Reaktors (2) bildet, verbunden ist und daß an einem Ende des mit der Membran (3) verbundenen Metallkerns (4) ein Piezokristall (5) zur Erzeugung einer zweiten Grundfrequenz im Ultraschallbereich angeordnet ist.
- 30
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3) aus Metall besteht.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor (2) zylindrische Form aufweist und daß an einem Ende des Zylinders eine tangential angeordnete Abluftzuführung und am anderen Ende die Schallquelle angeordnet sind, vor welcher der Abluftausgang und ein Auslaß für die koagulierten Partikel vorgesehen sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Feststoffauslaß vom Abluftausgang durch einen Abweiser (10) getrennt ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Raum für die tangential eingeführte Abluft als Helmholtz-Resonator mit einem Länge-Durchmesser-Verhältnis von mehr als 3:1 ausgebildet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Durchmesser von Abluftzuführung zu Zylinderraum weniger als 1:2 beträgt.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator, insbesondere dessen Frequenzen und Leistung, elektronisch regelbar ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallerzeugung in elektronisch geregelter Weise mit einer vor dem beschallten Reaktor angeordneten Sauerstoffmeßsonde verbunden ist, die mit einer Kraftstoffeinspritzanlage und/oder einem Abgasrückführungsregelventil gekoppelt ist.



2/3

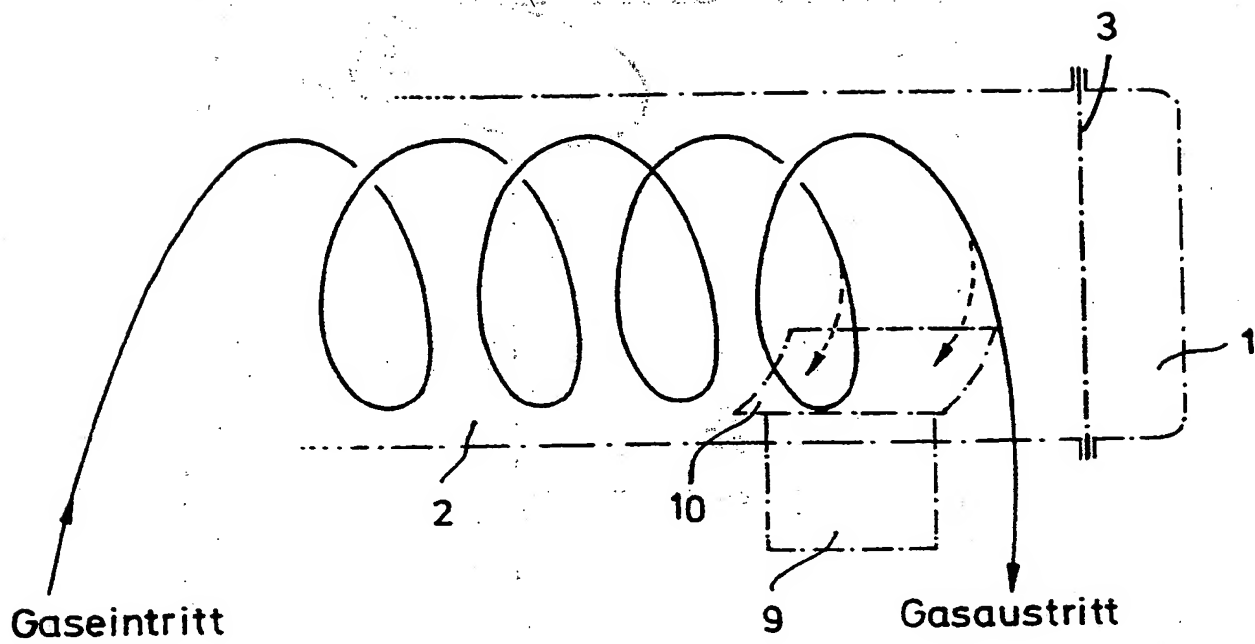
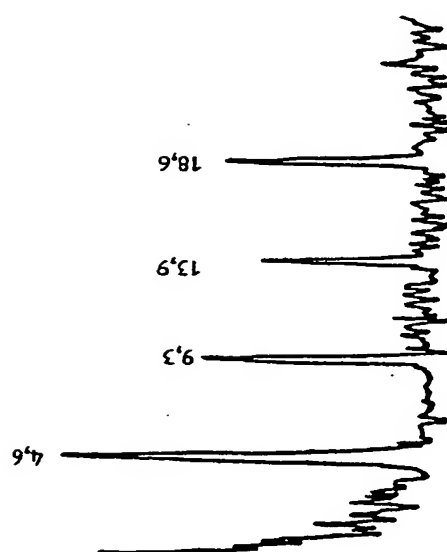
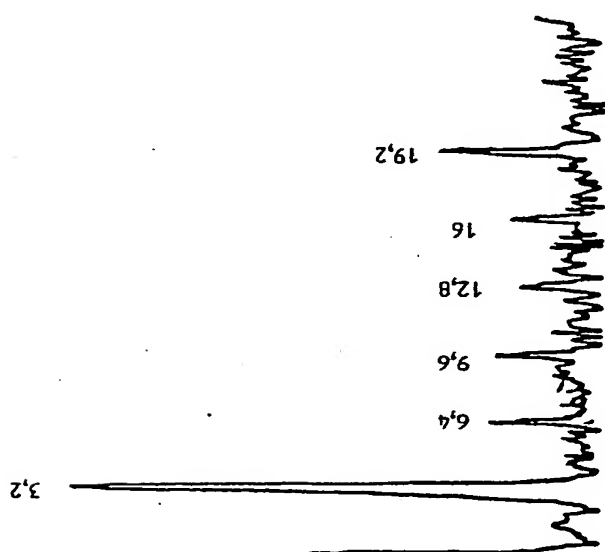
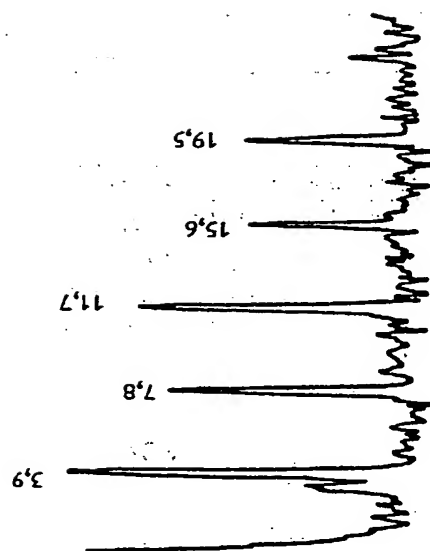
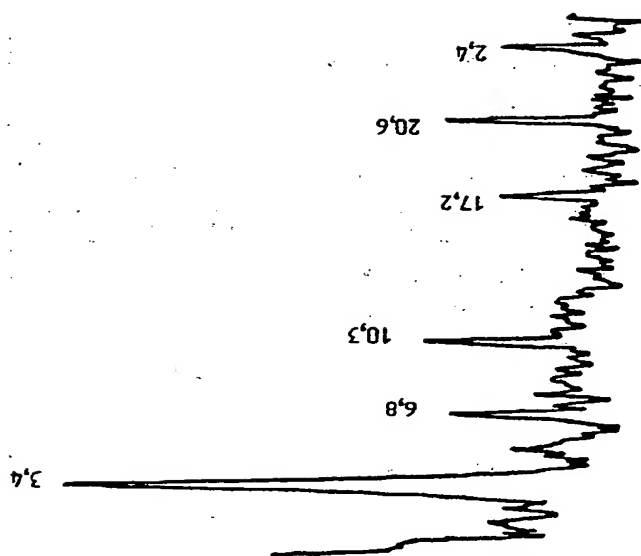


FIG. 2

3/3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 87/00046

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ⁴ B 01 D 49/00; B 01 D 53/00; F 01 N 3/00		
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">Classification System </div> <div style="width: 70%;">Classification Symbols</div> </div> Int.Cl. ⁴ B 01 D 49/00; B 01 D 51/00; B 01 D 53/00; B 01 J 19/00		
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	US, A, 4475921 (M.B. BARMATZ) 09 October 1984, see column 1, line 45 - column 2, line 54 - column 4, line 19; figures 1-3	1-5,7,8,14
Y		1,6,12

X	DE, C, 884721 (ATLAS-WERKE AG) 30 July 1953 see claims 1,5,6,9	1,7

Y	DE, B, 1063578 (F. FUCHS) 20 August 1959 see the whole document	1,6,12

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>¹⁰ Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
07 May 1987 (07.05.87)		03 June 1987 (03. 06.87)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO.

PCT/EP 87/00046 (SA 15965)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 14/05/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

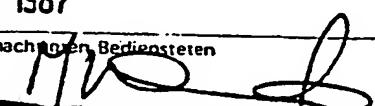
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 4475921	09/10/84	None	
DE-C- 884721		None	
DE-B- 1063578		None	

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen **PCT/EP 87/00046**

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. 4 B 01 D 49/00; B 01 D 53/00; F 01 N 3/00		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. 4	B 01 D 49/00; B 01 D 51/00; B 01 D 53/00; B 01 J 19/00	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	US, A, 4475921 (M.B. BARMATZ) 9. Oktober 1984 siehe Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 2, Zeile 64; Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 4, Zeile 19; Figuren 1-3	1-5, 7, 8, 14, 16
Y	--	1, 6, 12
X	DE, C, 884721 (ATLAS-WERKE AG) 30. Juli 1953 siehe Ansprüche 1, 5, 6, 9	1, 7
Y	DE, B, 1063578 (F. FUCHS) 20. August 1959 siehe das ganze Dokument	1, 6, 12

<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
7. Mai 1987		- 3 JUN 1987
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		M. VAN MO! 

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/EP 87/00046 (SA 15965)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 14/05/87

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4475921	09/10/84	Keine	
DE-C- 884721		Keine	
DE-B- 1063578		Keine	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :
siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82

BEST AVAILABLE COPY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

BEST AVAILABLE COPY